

南水北调中线大宁河补水、长湖调水各方案的利弊对比

Advantages and Disadvantages of the Water Supplement in Daning River and the Water Transfer in the Long Lake

霍有光

(西安交通大学生态环境与现代农业工程技术中心,教授 西安 710049)

最近,笔者参与有关南水北调中线补水工程的讨论,为了弄清某些问题,尽可能检索了相关的研究资料。由《华西都市报》、《齐鲁晚报》有关新闻报道获悉,巫山县有关领导经过认真考察、“多次赴京与专家们磋商”,提出了两套“三峡大宁河补水方案”。由于方案来自当地长期做实际工作的官员,因而也就成为关于从大宁河地区为丹江口水库补水最为具体的方案,同时又是目前披露的“中线大宁河补水工程”中相关数据最详细的方案。兹将这两套调水方案(大宁河—丹江口—方城垭口)与长湖调水方案(长湖—方城垭口)的利弊进行对比。

一、关于巫山县地方官员提出的两套“三峡大宁河补水方案”

巫山县地方官员提出“三峡大宁河补水方案”的起因是,三峡大坝按 135 米蓄水后,巫山大宁河畔的大昌古镇永久淹没江底,形成一个约 20 平方公里的内湖。有鉴于大宁河水位抬升(以及巫山等地未来的经济发展问题),因而为“中线补水”提出两种可供选择的方案。

(1) 在巫溪县桃源,建造泵站及 82 公里的输水隧洞,将大宁河水调到汉江支流堵河上的潘口水电站,再经黄龙滩电站注入丹江口水库,年调水量为 90 亿立方米左右。

(2) 在巫山县大昌,提水至大宁河上的剪刀峡水库,经过 49 公里的隧洞流入汉江松树岭水库,再自流到丹江口水库,年调水量为 70~87 亿立方米。(注:《华西都市报》强调,“经反复论证比较,最后各方一致认同此方案”)

不难看出,由于受高山地形、超长隧道施工难度以及隧道口径的限制,这两个方案的调水数量都不大。遗憾的是,《华西都市报》关于“三峡大宁河补水方案”的报道,某些关键数据未向公众交代。譬如,这两个方案都没有说明提水的扬程究竟是多少,隧道的口径究竟是多少,隧道的入口与出口的

海拔高度究竟是多少,仅知这两个方案沿途都要经过剪刀峡水库(位于巫溪县城上游),从“剪刀峡水库”至“堵河”的距离是 120 公里。“南水”由剪刀峡水库经长大隧道穿越分水岭后,流入堵河,自上而下,依次可经过松树岭、潘口、小漩、黄龙滩等梯级水电站。

据有关资料,剪刀峡水库正常蓄水位是 310 米、坝高 119 米、总库容 3.19 亿立方米,正常蓄水位库容 2.89 亿立方米,防洪库容 0.31 亿立方米,死库容 0.98 亿立方米,调节库容 1.9 亿立方米。

潘口水电站设计大坝坝顶高程为 365 米,坝高 123 米,正常蓄水位 355 米,总库容 24.6 亿立方米,电站装机 51 万千瓦。水库控制流域面积 8950 平方公里,说明在蓄水水位之上,分布着高广的山地。假设连接潘口水库的长大隧道“出口”高度为 365 米,已知输水隧洞长 82 公里,按每 10 公里落差为 1 米估算,那么隧道“输水入口”的高度至少应为 373 米(比剪刀峡水库 310 米正常蓄水位高出 63 米,意味着还须筹建接力式提扬工程)。由于三峡水位是 145~175 米,所以将“南水”提扬到隧道“入口”的绝对高度应该为 198~228 米。

笔者没有查到有关松树岭水库海拔高度的具体资料,仅知松树岭电站坝址以上流域面积 2447 平方公里,表明水库镶嵌在半山腰,在它的蓄水线以上仍有相当高广的山地,所以在它的上游,自下而上还能够建设龙背湾、周家湾、鄂坪等梯级水电站。松树岭水库设计拦河坝高 65.5 米,进入水库的平均流量为 57.9 立方米/秒,年平均径流量 18.26 亿立方米。假设松树岭水库与潘口水库两个梯级电站之间的落差为 20 米,根据潘口水电站坝顶的高度(365 米),那么松树岭电站坝顶高度应为 $(365 + 20 + 65.5 =)$ 450.5 米。已知输水隧洞长 49 公里,按每 10 公里落差为 1 米估算,那么隧道“输水入口”的高度至少应为 455.5 米(比剪刀峡水库 310 米正常蓄水位高出 145.5 米,意味着还须筹建接力式提扬工程)。由于三峡水位是 145~175 米,所以将“南水”

提扬到隧道“入口”的绝对高度应该为 280.5 ~ 310.5 米。

需要指出的是,为了加速地方经济的发展,地方官员力图上项目、争投资,是完全可以理解的,但务必对一些“钓鱼工程”有所警惕。从“剪刀峡水库”至“堵河”之间的距离长约 120 公里,此段在空间上必须横穿北西向展布的大巴山—神农顶高山地带,它成了堵河与大宁河之间的分水岭。调水隧道处于“华中屋脊”的最高部位,必须从葱坪岭(海拔 2 724 米)—光头山(2 685 米)—神农顶(海拔 3 106 米)组成的广袤屏障下穿过,面对如此高耸的山脉,若推测“剪刀峡水库”至“堵河”之间 120 公里的空间跨度,似乎这两个方案中隧道的真实性、精确性都存在问题,即隧道的长度明显不够。尤其是巫山县大昌方案,在 455 米如此低的等高线位置上,这里的山岳高大而切割却只有中深程度,说开凿的隧道长度只需 49 公里,均不能不让人表示怀疑。

二、大宁河两套调水方案 与长湖调水方案利弊对比

1. 地质地理施工环境对比

(1) 大宁河流域(大宁河—丹江口段) 大宁河是一条位于长江三峡水库中的一级支流,流域地处大巴山暴雨中心区,1 500 米以上的地段年降雨量多达 1 500 ~ 1 900 毫米,河水暴涨暴落,百年一遇洪峰流量高达 6 262 立方米/秒。大宁河越往上游,沟谷越狭窄,两岸陡峭险峻、边坡不稳定,由于处于川东有名的暴雨区,不仅促使滑坡崩塌形成,还会导致滑坡崩塌转化为泥石流,造成更大的灾害。如巫溪县中阳村崩塌滑坡(1988 年 1 月 10 日,765 万立方米)及巫溪县城山崩(1987 年 9 月 1 日,0.7 万立方米),故此地是我国著名的滑坡、崩塌多发地区。若在此地区建超长调水隧道,要穿越葱坪岭(海拔 2 724 米)—光头山(2 685 米)—神农顶(海拔 3 106 米)分水岭,正好是北西向与北东向断裂密集发育、交汇的地区。穿越北西向展布的大巴山后,接着必须穿越“城口—房县大断裂”(又称青峰大断裂,起于四川城口以西,止于湖北襄樊,走向近东西)。大断裂由一系列逆掩岩片组成,两侧劈理、片理带宽达数十米至上百米,伴生次级褶皱断裂。近代沿这条大断裂带曾有地震发生及温泉出露,表明断裂至今仍在活动,地基稳定性差。之后,进入武当山区。此区岩石多由古生代变质岩组成,岩层节理非常发育,施工将面临频繁的塌方与如何加固的难题。不难看出,此段地形对开凿超长调水隧道而言,不仅扬程偏高、铺设地表管道自然地理环境不好、山体内部岩性及施工地质条件极差,而且工程造价肯定不菲。

(2) 南阳盆地(丹江口—方城垭口段) 大宁河调来的“南水”,必须从丹江口水库库内调出,由于要利用“方城缺口”,此段“自流调水”必须保持一定的等高线,使“高程”不至于损失得太多,因此将尽量沿南阳盆地北缘山前部位,调水至“方城缺口”(然后流入华北平原)。这条调水线路几乎要垂直穿越所有的白河水系与部分唐河水系。其中白河有流域面积 100 平方公里以上的支流 29 条,上游山区河流落差大、地形陡峻。历史上白河多泛滥成灾,穿越山前一系列沟谷的调水渠道及渡槽,将面临众多白河支流在汛期构成的洪水威胁问题。

(3) 汉江谷地、唐河谷地 俗话说:“天时不如地利”,高耸、广袤且绵延数千公里的秦岭山脉,惟独在河南方城出现了一个“缺口”(北为华北平原,南为南阳盆地、江汉盆地),这个“缺口”地貌上是长江流域与黄淮流域的分水岭,地形为低矮的丘陵且宽度极窄,“缺口”最低处海拔不到 150 米。长湖方案就是迁就这一“地利”,利用汉江中下游河谷与南阳盆地。这里平均比降为 0.09‰~0.19‰,地形十分平缓。至襄樊、社旗后,迁就唐河干流沟谷,经“方城垭口”(即在方城分水岭最低缺口处)翻越分水岭,使“南水”进入华北流域,总扬程大约为 100 米(按:东线江都水利枢纽工程总扬程为 65 米),不仅无须兴建超长隧洞工程,而且地质条件相对最佳、交通便利、施工环境好,水质则比东线要好得多。

2. 关于提扬高度与提水效益问题

(1) 若采用巫溪县桃源提水方案 即:巫溪县桃源—剪刀峡水库—82 公里隧洞—潘口水电站(至黄龙滩、丹江口)调水线路。因为隧洞进水口比剪刀峡水库 310 米正常蓄水位高出 63 米,调“南水”入剪刀峡水库后还要再次提扬 63 米,绝对提扬高度为 198 ~ 228 米。这意味着使用同样的电力,在这里仅可提扬 100 亿立方米“南水”;而若采用“长湖调水方案”则可提扬 198 ~ 228 亿立方米“南水”。(注:实际仅拟提水 90 亿立方米)。

(2) 若采用巫山县大昌方案 即:巫山县大昌—剪刀峡水库—49 公里隧洞—松树岭水库(至潘口、黄龙滩、丹江口)调水线路。因为隧洞进水口比剪刀峡水库 310 米正常蓄水位高 145.5 米,调“南水”入剪刀峡水库后还要再次提扬 145.5 米,绝对提扬高度为 280.5 ~ 310.5 米。这意味着使用同样的电力,在这里仅可提扬 100 亿立方米“南水”;而若采用“长湖调水方案”则可提扬 280.5 ~ 310.5 亿立方米“南水”。(注:实际仅拟提水 70 ~ 87 亿立方米)

3. 关于大宁河梯级发电是否有相对更高的经济效益问题

(1) 大宁河调水方案是先把“三峡水”提上来(损失了通过三峡电站、葛洲坝电站发电的效益,闲置了发电设备),然后再通过堵河梯级电站回收损

失的电能。但无法作到 100 % 的回收, 必有功率损耗。因此, 收回的电力应该小于“长江水”直接通过三峡电站、葛洲坝电站发电所得到的电力。葛洲坝电站发电后, 非汛期时葛洲坝下游水位为 39 米, 但从丹江口水库里调水的高度达 140 米左右 (假定过方城垭口的海拔高度为 133 米), 如果要对比利用水位 (高差) 发电的效益, 显然, 三峡—葛洲坝梯级电站比堵河梯级电站效益要好。

(2) 与上述情况相反, 长湖调水方案, 是先利用“长江水”通过三峡电站、葛洲坝电站实现充分发电, 然后从长湖把发电后“丢弃”的“长江水”再提扬上来 (但长湖的提扬高度要比大宁河低得多)。这样看来, 任何大宁河调水方案, 单从发电效益看, 并没有什么特殊贡献之处。

(3) 通过上面关于“提扬高度”的对比可知, 用同样的电力提水, 长湖提水效益大致是大宁河调水的 2~3 倍。在用电高峰期, 三峡电站、葛洲坝电站可以满足负荷发电, 最大限度地为工农业生产提供电力, 而发电后丢弃的“南水”, 则利用长湖水尽量储存起来; 在用电低峰期, 三峡电站、葛洲坝电站仍可以满足负荷发电, 最大限度地实现“以水 (发电) 养水 (调水)”, 把储存在长湖水里的水, 争取尽量多地输送到我国北方来。

笔者在 2001 年发表的《现南水北调中线“补偿工程”的不合理性及其最佳取水口选址研究》一文中曾指出: “长湖作为三峡、葛洲坝发电后‘弃水’的调节库, 避免了因从库内调水而损失三峡、葛洲坝的水电电能; 同时三峡上网发电 (设置 14 台和 12 台单机容量为 700MW 的水轮发电机组及 6 个安装场, 总装机容量 18 200MW, 年发电量 847 亿 kW·h) 以后, 调峰问题将十分突出, 此时还可充分利用三峡、葛洲坝夜间所发的电能, 以实现中线常年不间断调水, 较好地解决既要保证调水能源又要保证调水水源的兼得问题。”

有人说: 建立大宁河梯级电站补水工程可以“蓄能”, 因为长江在“主汛期”要弃水 600 亿立方米, 如果在用电低峰期把其中 1/4 的流量即 150 亿立方米提前蓄积起来, 在用电高峰期来发电, 就能收到比长湖调水更好的效益。这初听起来似乎有理, 其实模糊了三峡“主汛期”腾库容到底需要多长时间的问题。假设大宁河方案在“主汛期”每天用电低谷时 (8 小时左右) 提扬调水 1 亿立方米, 那么抽水管通过的水量要达到 3 472 立方米/秒。即便按这样的速度调水, 仍需要 150 天才能完成。显然, 如果“三峡水库在主汛期”真是要花 5 个月的时间“慢慢地弃水”的话, 那么长湖调水则是非常适宜的。

(4) 其实, 若想更好地利用“用电低峰期”多提“南水”, “大宁河调水”必须加大抽水管道的口径与超长调水隧道的口径 (或隧道的数量); 而长湖调水

同样可以实现这样的功能, 加大抽水管道的口径与大宁河调水方案亦相似, 却无须开凿超长隧道, 而且, 开挖明渠显然比开凿超长隧道容易得多, 工程造价、运行、维护等费用也相对较低。

三、长湖方案的调水途径与施工策略

据悉, 有关水利部门已出台了湖北“当阳调水方案”。从调水战略比较看, 当阳方案与长湖方案, 只是取水口不同, 二者的调水线路同样利用了汉江谷地与唐河谷地, 基本思路相同。取水口孰优孰劣问题, 尚可以进一步探讨。

长湖所调之水将来自长江。1998 年长江大洪水之后, 中国地质大学殷鸿福院士等 (1999) 建议开挖“江陵—长湖—潜江北—汉水”运河, 在中游洪水威胁最大的荆江悬河河段, 对长江进行分流。此线路曾是长江故道。新开这条分洪河道, 可以消减荆江洪水, 实现错峰、削峰, 使荆江洪水可以提前到达武汉。运河串联了长湖, 把长湖作为调蓄水库。这一设想若与笔者建议的长湖调水方案相结合, 可以获得蓄水、调水、分洪以及灌溉、养殖、航运等并举的多重效益。

增加库容以后的长湖水位可达 33 米, 库容可达 5.2 亿立方米。“长湖—方城垭口”调水线路, 地图直线距离为 340 公里 (其中, 长湖—襄樊段 160 公里, 襄樊—方城垭口段 180 公里), 提扬总高度大约为 100 米, 平均每公里高差约 0.3 米。有关专家指出, 三峡水库的入库年平均径流量达 4 500 亿立方米, 假如每年流经长湖的长江水为 500 亿立方米, 那么只是长江三峡水量的 1/9, 加之在宜昌~长湖区间, 还有清江、沮漳河等一些较大的支流汇入长江, 长江主航道的航运是不会受到影响的。

早在 1 400 多年前的隋炀帝时期, 当时的人们凭借微不足道的体力曾开凿出一条上千公里的大运河。21 世纪, 我们应该完全能够使用现代化、高效率的机械化装备, 在每公里高差仅 0.3 米的平谷里, 开凿、整治出一条长度小于 400 公里的新运河, 类似东线利用大运河那样实现梯级调水。笔者认为, 在平谷环境里, 露天开凿一条运河, 比之在施工空间狭小、地质条件极差的崇山峻岭中, 开凿数条上百公里的超深埋、超长隧道容易得多, 而且造价也低得多, 建成运行后也容易养护与管理。

长湖—襄樊段 (直线为 160 公里) 湖北境内的汉江东、西两岸, 均一定程度地发育了阶地、台地与岗地。建议: 本段调水线路, 充分利用濒汉江东岸的台地或岗地, 开凿渠道化、钢筋混凝土化的人工运河; 使用大型推土与挖掘设备, 自运河的中心线向东、西两翼推土, 构筑运河两岸宽厚坚实的大堤, 开拓出宽 150~180 米、深 8~10 米的运河河床, 挖掘

出来的多余的土石,则可用来加固台地或岗地的边坡,或者用来人工造地,或者用来加固(加宽与加高)汉江东岸的大堤。此段开凿运河,要占用一定的耕地,但未必全是坏事,损失了少量的耕地则换来了等同的“湿地”,而运河则可以发展淡水养殖业,并为我国北方可持续发展注入强大的活力。

另外,一种保守的做法是利用现成的汉江河道,优点是可以不占耕地。其思路是:(1)丹江口水库加高后将提高汉水的防洪标准,加之汉江上游工农业用水量持续增长(如西安2003年要启动引汉江支流的“南水北调”工程,陕南还将实施汉江上游若干水电站建设工程),看来丹江口以下汉江的未来防洪压力不大;(2)拓深疏浚汉江河道,加高加固汉江大堤,建立梯级船闸与抽水枢纽工程,实施南水北调。究竟是另行开凿新运河好?还是利用现成的汉江河道好?可以做进一步的深入论证研究,择优决策。

可于襄樊—方城垭口段(直线为180公里),整治唐河河道,建设高标准、渠道化的新河床。唐河的全年流量不过21.2亿立方米,远远小于我们期望向北方调水的数量。唐河仅是汉江一条不大的支流,河流切割较深,一般为8~12米,可以充分利用大自然开出的这条通向“方城垭口”的通道,实施加工改造工程,使用大型推土与挖掘设备,将唐河裁弯取直,利用唐河的主干河床,按预期的调水数量,开拓出宽150~200米、深5~12米的运河,同时将渠道钢筋混凝土化,并依据扬程情况分成若干调水梯级。此段工程仅是对原河道进行扩容改造,好处是不占耕地,挖掘出来的土石可用来加固(加宽与加高)运河两岸的大堤,或者用来人工造地。同时,唐河流域要广植草木、遏止水土流失,凡与运河相交的小支流,谷内要建设多级拦水沉淀设施,使流域内“清水”入运河、泥沙不出沟。“南水”翻越方城垭口分水岭后,便进入了黄河流域,与原南水北调中线方案的“方城垭口—北京”线路相衔接。

这样,便突破了调水数量的限制,以往所谓南水北调东线与中线工程两者相互不可替代的说法

便被破解了,且水的质量比东线调水好得多。如果调运500亿立方米的水资源,一是在郑州过黄,分解为150亿立方米抵京,50亿立方米留给河南使用,合计为200亿立方米;二是在郑州入黄,300亿立方米入黄刷沙,其中150亿立方米到山东位山后,引入鲁北运河抵天津,50亿立方米留给山东使用,剩余100亿立方米继续刷沙入海。调运500亿立方米的水资源,只需增加黄河以南的运河宽度,提扬总量与某些干渠工程则可分若干历史阶段,分期施工,逐步到位。

不难看出,若开凿“长湖—方城垭口”梯级运河,不会影响汉江航运,也不会受汉江干流洪水的影响。且由于运河专司调水,亦不必担心发生水污染问题。一般来说,二级水既符合人类用水的安全需要,也能满足鱼类生存的需要。假如能够利用这条运河,为我国北方每年调运500亿立方米“南水”(将超过黄河的水资源量),不但可以解决华北平原缺水、为西北调剂黄河水以及黄河泥沙等问题,而且可以增加“湿地”、发展淡水养殖业,取得多种社会效益。

主要参考文献

- [1] 罗磊等. 南水北调请抽大昌长江水! 齐鲁晚报, 2002-02-27
- [2] 张琦. 西安也有“南水北调”工程,“引乾济石”明年开工. 西安晚报, 2002-12-25
- [3] 殷鸿福, 李长安. 从地学角度谈长江中游防洪. 科技导报, 1999(6): 23-26
- [4] 霍有光. 丹江口水库无法肩负南水北调中线工程的调水任务. 科技导报, 2000(11): 11-14
- [5] 霍有光. 现南水北调中线“补偿工程”的不合理性及其最佳取水口选址研究. 世界科技研究与发展, 2001(2)
- [6] 霍有光. 策解中国水问题. 陕西人民出版社, 2000
- [7] 张二朋, 牛道韞, 霍有光等. 中华人民共和国秦岭—大巴山及邻区地质图(1:100万). 北京:地质出版社, 1992
- [8] 张二朋, 牛道韞, 霍有光等. 秦岭大巴山及邻区地质构造特征概论. 北京:地质出版社, 1993

(责任编辑 王宏章)

(上接第62页)

市场交易制度的机会。没有市场交易权安排和交易制度,我国生态产权市场运行实质上仍只能处于计划经济阶段,效果损失是显而易见的,这就是我国生态产权市场运行低效率的根本原因。

参考文献

- [1] 袁晔. 中国公布2001年环境状况公报. <http://news.xinhuanet.com/zhengfu/2002-05-31/content-422142.htm>
- [2] 张晓. 中国环境政策的总体评价. 中国社会科学, 1999(3)
- [3] 郑易生, 徐嵩龄, 张晓等. 90年代环境与生态问题造

成的经济损失估算研究报告,国家环保局局长基金项目,1995年12月

- [4] 国家环保总局. “九五”以来我国环境保护事业的重大成就. 环境保护, 2002(11): 4~6
- [5] 刘大椿等. 环境问题——从中日比较与合作的观点看. 北京:中国人民大学出版社, 1995
- [6] 文森特·奥斯特罗姆, 艾莉诺·奥斯特罗姆. 公益物品与公共选择. 多中心体制与地方公共经济. 上海三联书店, 2000
- [7] 转引自周珂. 生态环境法论. 北京:法律出版社, 2000

(责任编辑 肖庆山)